

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno- biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Andrea Požgaj**

6717/PT

**KEMIJSKI SASTAV KESTENA IZ NEKOLIKO**  
**PRIRODNIH STANIŠTA NA PODRUČJU BILOGORE**  
**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Analitika prehrambenih proizvoda

**Mentor:** Prof. dr. sc. Nada Vahčić

**Zagreb, 2017.**

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Završni rad**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno- biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**

**Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji**

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

**KEMIJSKI SASTAV KESTENA IZ NEKOLIKO PRIRODNIH STANIŠTA NA PODRUČJU  
BILOGORE**

*Andrea Požgaj, 0058203235*

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je određivanje kemijskog sastava kestena na 10 različitih uzoraka prikupljenih s različitih prirodnih staništa na području Bilogore. U svakome uzorku određen je udio vode, sirove masti, proteina, pepela, ukupnog i prirodnog inverte te udio saharoze. Dobiveni rezultati su pokazali: udio suhe tvari kretao se od 45,00 do 50,02 g/100g s.t., udio vode od 49,98 do 55,00 g/100g s.t., udio pepela kretao se od 1,05 do 1,22 g/ 100g s.t., udio sirove masti kretao se od 1,33 do 2,39 g/ 100g s.t., udio proteina kretao se od 2,30 do 3,00 g/100 g s.t., udio škroba kretao se od 29,73 do 34,05 g/ 100g s.t., udio reducirajućih šećera kretao se od 0,72 do 0,90 g/100g s.t., udio saharoze kretao se od 7,19 do 8,88 g/100 g s.t. Analiza podataka pokazala je da ne postoje značajne razlike među uzorcima po udjelu pojedine komponente.

**Ključne riječi:** kemijski sastav, kesten

**Rad sadrži:** 29 stranica, 16 slika, 2 tablice, 31 literaturni navod

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici**

**Prehrambenobiotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Prof. dr. sc. Nada Vahčić

**Pomoć pri izradi:** Renata Petrović, ing., Valentina Hohnjec

**Datum obrane:** 17. 07. 2017.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Bachelor thesis**

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Food Technology**

**Department of Food Quality Control and Nutrition**  
**Laboratory for Food Quality Control**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### **CHEMICAL COMPOSITION OF CHESTNUT FROM SEVERAL NATURAL HABITATS OF BILOGORA**

*Andrea Požgaj, 0058203235*

**Abstract:** The aim of this study was to determine the chemical composition of chestnut on 10 different samples collected from different natural habitats of Bilogora. In each sample share of water, crude fat, proteins, starch, ash, natural and total invert and sucrose was determined. Samples contained (g/100g dry matter basis) water 49,98-55,00, ash 1,05-1,22, crude fat 1,33-2,39, proteins 2,30-3,00, starch 29,73-34,05, reducing sugars 0,72-0,90, sucrose 7,19-8,88. According to data analysis there are no significant differences in share of single chemical component between the samples.

**Keywords:** chestnut, chemical composition

**Thesis contains:** 29 pages, 16 figures, 2 tables, 31 references

**Original in:** croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Ph.D. Nada Vahčić, Full Professor

**Technical support and assistance:** Renata Petrović, ing., Valentina Hohnjec

**Defence date:** 17th July 2017.



## **SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD</b>	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b>	2
2.1. Porijeklo i rasprostranjenost pitomog kestena	2
2.2. Uzgoj kestena	3
2.2.1. Zemljišni uvjeti uzgoja	3
2.2.2. Klimatski uvjeti uzgoja	3
2.2.3. Berba kestena	3
2.2.4. Bolesti i štetočine koje napadaju kesten	4
2.3. Vrste kestena	5
2.3.1. Europski kesten	5
2.3.2. Američki kesten	6
2.3.3. Japanski kesten	7
2.3.4. Kineski kesten	7
2.4. Upotreba kestena	8
2.5. Kemijski sastav kestena	8
2.6. Kesten u Hrvatskoj	9
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b>	10
3.1. Materijali	10
3.2. Metode rada	10
3.2.1. Priprema uzorka	10
3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari	10
3.2.3. Određivanje udjela pepela	11
3.2.4. Određivanje udjela sirove masti	11
3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina	12
3.2.6. Određivanje udjela škroba	13
3.2.7. Određivanje udjela reducirajućeg šećera i udjela saharoze	14
<b>4. REZULTATI</b>	15
<b>5. RASPRAVA</b>	25
<b>6. ZAKLJUČAK</b>	26
<b>7. LITERATURA</b>	27

## 1. UVOD

Pitomi kesten (*Castanea sativa*) pripada rodu *Castanea*, te je predstavnik porodice bukovki (*Fagaceae*). Plod kestena se kao hrana počeo koristiti još u mezolitiku (srednje kameno doba; o. 10 000 god. pr. Kr. - o. 6500 god. pr. Kr.) za što postoje i arheološki dokazi, no početak uzgoja kestena bilježi se tek nakon 6. stoljeća p.n.e.

Drvo i plod kestena su tijekom povijesti predstavljali važnu prehrambenu i tehničku sirovinu. I danas, kesten je bitan u prehrani te u drvnoj industriji gdje se koristi za izradu namještaja, parketa, dok se tehnički neiskoristivo drvo koristi za ogrjev. Agronomi kesten ubrajaju u voćke, no zbog načina i mjesta rasta, spada i u šumsko drveće. Postoji mnogo vrsta kestena čiji se plodovi razlikuju po boji i obliku. Kesten najviše raste u južnoj Europi i Sredozemlju, a povijesničari smatraju da se počeo širiti po Europi preko Grčke.

Cilj ovog rada je odrediti kemijski sastav kestena u 10 uzoraka prikupljenih s različitih staništa na području Bilogore, gorja u sjevernoj Hrvatskoj.



Slika 1. Pitomi kesten (Anonymus 1, 2011)

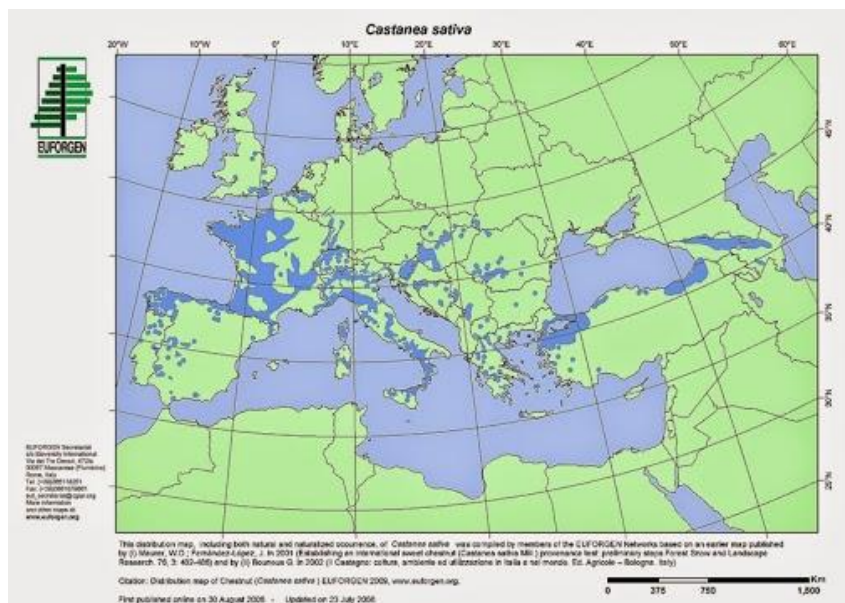
## 2. TEORIJSKI DIO

## 2.1. Porijeklo i rasprostranjenost pitomog kestena

Pitomi kesten je rasprostranjen od Španjolske i Francuske preko Italije, balkanskog poluotoka i Male Azije, sve do Kaspijskog mora.

Smatra se da je domovina pitomog kestena Mala Azija, odakle je još u V. stoljeću pr.n.e. prenesen u Europu, prvo u Grčku, Italiju i Španjolsku. Za širenje ove vrste duž Mediteranske regije, te u zemlje centralne Europe (Njemačka, Francuska, Švicarska, Austrija i dr.) zaslužni su bili Rimljani (Huntley i Birks, 1983). Na području Mediterana pronađeni su fosilni ostaci kestena stari 8 milijuna godina

Danas je najviše rasprostranjen u Europi, kao samoniklo šumsko drvo ili kao kultivirana vrsta, te se pretpostavlja da je kesten autohton u Europi (Muratović i sur., 1999). U Hrvatskoj najviše je rasprostranjen na području obronaka Učke, Opatije i Mošćeničke drage, na otoku Krku, te u istočnoj Istri. S obzirom na površinu koja je zauzeta kestenom, europske zemlje se mogu poredati sljedećim redoslijedom: Francuska 1.020.500 ha (45,3%), Italija 765.837 ha (34,0%), Španjolska 137.627 ha (6,1%), Portugal 53.509 ha (2,4%), Grčka 33.651 ha (1,5%), Turska 28.892 ha (1,3%), Švicarska 27.100 ha (1,2%), Hrvatska 15.000 ha (0,7%), Albanija 8.600 ha (0,4%), Makedonija 5.058 ha (0,2%), Njemačka 4.400ha (0,2%), Bosna i Hercegovina 3.057 ha (0,1%) (Conedera et al., 2004).



Slika 2. Rasprostranjenost europskog pitomog kestena u Europi (Euforgen, 2011)

## **2.2. Uzgoj kestena**

Kesten je jednodomna biljka kod koje se na istom stablu nalaze razdvojeni muški i ženski cvjetovi tako da su ženski cvjetovi združeni u grozdove, a muški u kitice. Kesten cvate u lipnju i srpnju. Oprašivanje vrše vjetar i kukci, te je važno da se posade različite sorte kestena zbog međusobnog oprašivanja. Plod kestena je crvenkasto-smeđe boje. Raste unutar bodljikave čahure koja se raspukne najesen kada plod sazrije. Listanje kestena započinje u travnju. Listovi su duguljasti, nazubljeni, dužine peteljke do 5 cm, dužine lista 10-30 cm i širine 3-6 cm. Listovi su na licu goli, a na naličju dlakavi i s donje strane su izražene žile. Drvo kestena je u srodstvu s bukvom i hrastom. Može narasti u visinu do 25 m, s bujnom krošnjom i godišnje može dati preko 200 kg plodova. Kora kestena je glatka i sivosmeđa (Anonymus 2,2011).

Kesten može doseći starost do 500 godina. Pitomi kesten će ranije dati plodove, oko 5.-6. godine ako je na osami, a ako je u šumskom sklopu oko 8.-9. godine.

### **2.2.1. Zemljišni uvjeti uzgoja**

Kesten raste na različitim vrstama zemljišta, osobito na dubokim, rastresitim i umjereno vlažnim. Ne voli tla bogata kalcijem, kao ni teška, neprobojna i previše vlažna tla. Osobito mu odgovaraju zemljišta nastala na silikatno-karbonatnim stijenama i tla bogata mineralima (kalij, željezo). Što se tiče kiselosti tla, javlja se na prirodno kiselim tlima, čiji je pH u intervalu od 4.5 do 6, dok lužnata i vapnenasta tla ne podnosi.

### **2.2.2. Klimatski uvjeti uzgoja**

Pitomi kesten je heliofilna vrsta, što znači da voli osunčana područja. Uz svjetlost, toplina je najvažniji klimatski faktor za uspijevanje pitomog kestena. Najpovoljniji temperaturni interval je od 11°C do 15°C, dakle najviše mu odgovara mediteranska i umjereno- kontinentalna klima (blage i kišovite zime, topla i suha ljeta). Kesten slabo podnosi izmjenu ekstremnih temperatura kao i jake vjetrove i buru. Osjetljiv je na rane jesenske i kasne proljetne mrazove. Odgovara mu relativno visoka vlažnost zraka te umjerena vlažnost zemljišta. Šume kestena javljaju se na položajima od 150-750 m nadmorske visine (Tošić, 1967).

### **2.2.3. Berba kestena**

Berba kestena vrši se u ranu jesen, od sredine rujna do kraja listopada. Kesten dozrijeva na stablu i kada sazrije vidljiva je promjena boje bodljikave čahure koja postaje smeđa. Bodljikava čahura se može otvoriti već na stablu ili kad padne na tlo, no neke ostaju



zatvorene što otežava berbu. Vađenje plodova iz bodljikavih čahura se može pospješiti skupljanjem ježinaca na hrpu da odstoje par dana, te će plodovi još dozrijeti i sami ispasti van i biti još ukusniji. Berba može trajati kroz duži period jer ne dozrijevaju svi plodovi u isto vrijeme (Anonymus 3, 2011).

#### **2.2.4. Bolesti i štetočine koje napadaju kesten**

Iz naših šuma kesten postepeno nastaje, a razlog tome je gljivica *Cryphonectria parasitica* koja uzrokuje rak kestenove kore. Bolest se manifestira rakastim izraslinama na izbojcima iz panja, po granama i na deblu. Rak kestenove kore je vrlo agresivna bolest jer napada i vitalna, zdrava stabla uzrokujući njihovu fiziološku slabost. Zaražen kesten daje plodove puno ranije u odnosu na zdrava stabla, a živi najviše 25 godina. Ova bolest može zahvatiti i neke druge listopadne vrste, no na kestenu je najagresivnija. Rak se lako uočava na glatkoj kori mladih stabala, no na starijim stablima, s razvijenom hrapavom korom to je puno teže. Postoji nekoliko tipova raka: površinski, aktivni i kalusirajući rak. Kod površinskog raka kora je hrapava i na mjestu zaraze deblo je zadebljano. Aktivni rak uzrokuje pukotine, otvorene rane i stvaranje izbojaka ispod mjesta infekcije. Kalusirajući rak prepoznaje se po formiranom kalusnom staničju oko rane. Mjere zaštite koje se mogu poduzeti su krčenje oboljelih stabala te rezanje zaraženih grana dok kemijsko suzbijanje bolesti ne dolazi u obzir jer je preskupo i ekološki nepovoljno.

Pitomi kesten oboljeva i od tintne bolesti koja uzrokuje trulež korijena, vrata korijena i trulež odraslih stabala. Uzročnici bolesti žive u tlu, stablo napadaju preko korijena, a za širenje je neophodna voda. Bolest se manifestira na listovima koji su klorotični i sitniji, krošnja je prorijeđena. Tijekom proljeća i jeseni stabla proizvode crni eksudat čije su mrlje vidljive na okolnom tlu te je po tome bolest i dobila ime.

Pitomi kesten može zahvatiti i bolest nazvana „sudden oak death“ ili naglo odumiranje hrastova. Javlja se smeđe-crne rakaste tvorevine na deblu iz kojih izlazi tamno crveni iscjedak i listovi se suše.

Štetnici pitomog kestena nisu brojni i ne ugrožavaju život stabala kao bolesti. Oni oštećuju plodove i manje ili više snižavaju njihove prinose. U Hrvatskoj se pojavio štetnik kestenova osa šiškarica koja stvara šiške na listovima i izbojcima pitomog kestena. Budući da uzrokuje razvoj šiški na vegetativnim pupovima, time zaustavlja razvoj novih izbojaka i automatski

smanjuje urod. Na nova se područja širi aktivnim letom samih osa, vjetrom i aktivnosti čovjeka, pa se očekuje njihovo dalje širenje (Anonymus 4, 2011).



Slika 3. Rak kore kestena (Anonymus 5, 2014)

### 2.3. Vrste kestena

Tablica 1. Botanička klasifikacija kestena (Mägdefrau i Ehrendorfer, 1984)

Carstvo	Plantae
Odjeljak	Magnoliophyta
Razred	Magnoliopsida
Red	Fagales
Porodica	Fagaceae
Rod	Castanea
Vrsta	Castanea sativa

#### 2.3.1. Europski kesten

Europski kesten (*Castanea sativa*) rasprostire se na području zapadne Azije te Europe gdje prevladava toplija klima. U srodstvu je s bukvom i hrastom. Može doseći visinu do 30 m, krošnja mu je bujna i velika te godišnje može dati 200 kg plodova. Kora mu je glatka i sivosmeđa. Može stvarati veliki broj izdanaka (više od 70 iz jednog panja), što predstavlja spontani način održavanja vrste.



Slika 4. Europski kesten - stablo i plod (Anonymus 6, 2004)

### 2.3.2. Američki kesten

Američki kesten (*Castanea dentata*) rasprostranjen je na području Apalačkog gorja, od Mainea do Georgie, te na zapadu do Michigena i Louisiane. Drvo je visine 30 m, promjera do 1.2 m. Listovi su tanji nego kod europskog kestena. Plodovi su mali, prekriveni debelim dlakama i 2 do 3 su sabijena u čahuru. Američki kesten ima najukusnije i najslađe plodove, s najviše škroba u odnosu na druge vrste kestena (Tošić, 1967).



Slika 5. Američki kesten - stablo i plod (Anonymus 7, 2006)



### 2.3.3. Japanski kesten

Japanski kesten (*Castanea crenata*) rasprostranjen je u Japanu i Kini. Stablo je tanko, naraste do visine 15 m, ima gustu, zbijenu krošnju. Listovi su manji u odnosu na druge vrste. Lisna plojka je eliptično duguljasta, zaobljena ili srcolika. U čahuri se uglavnom nalaze 3 ploda, ali može ih se naći i 5 do 7. Kakvoća ploda manje je nego kod drugih vrsta kestena (Tošić, 1967).



Slika 6. Japanski kesten - stablo i plod (Anonymus 8, 2013)

### 2.3.4. Kineski kesten

Kineski kesten (*Castanea Mollissima*) rasprostranjen je u sjevernoj i zapadnoj Kini. Ima široko razgranatu krošnju okruglog vrha dok je drvo s visinom od 12 m najmanje u odnosu na druge vrste. Listovi su kraći i širi od listova europskog kestena i svjetlije boje. Eliptično duguljastog su oblika sa zaobljenom bazom. Plodovi su srednje veličine, najčešće 2-3 u čahuri i dobre su kvalitete (Tošić, 1967).



Slika 7. Kineski kesten - stablo i plod (Anonymus 9, 2010)

## **2.4. Upotreba kestena**

Plod, cvijet, list i kora, te drvo kestena pronalaze različitu primjenu u svakodnevnom životu. Tako se plod kestena koristi u prehrani, cvijet, list i kora u medicini te farmaceutskoj industriji, a drvo kestena u drvnoj industriji.

Plod kestena može se upotrijebiti kuhan i pečen, te u formi pirea kao dodatak slastičarskim proizvodima, juhama ili umacima. Također plod se može osušiti i samljati i koristiti kao dodatak kukuruznom brašnu kod pripreme kruha, kolača, palačinki, peciva itd. Brašno od kestena je dobro za prehranu starijih osoba i djece jer je lako probavljivo (Anonymus 10). Američki indijanci su pripremali vrući napitak od pečenog kestena koji je sličan našoj kavi.

Cvijet, list i kora kestena imaju ljekovita svojstva iako je to više poznato u narodnoj medicini. List je bogat vitaminima B, C i K, te se koristi kao salata ponajviše na Sredozemlju. Vitamin K pozitivno djeluje na fiziološke pokazatelje koagulacije krvi. List se koristi i u pripremi čaja jer olakšava iskašljavanje i respiratorne tegobe. Ekstrakt kestenove kore i bodljikave čahure sadrži veliku količinu tanina, pa se koristi za zaustavljanje dijareje. Pitomi kesten je medonosna biljka koju pčelari jako cijene jer ima veliku količinu peludi i nektara. Kestenov med je taman, gorak te je sklon brzom kristaliziranju zbog visokog sadržaja peludi (80-90%) i pčelari ga smatraju hranjivijim i ljekovitijim od ostalih vrsta meda.

Drvo kestena je vrlo izdržljivo, pruža dobru zaštitu od vanjskih klimatskih uvjeta, svjetlosmeđe boje, dekorativno je. Koristi se u drvnoj industriji, arhitekturi, za izradu namještaja, parketa, podnih i zidnih obloga, ukrasnih predmeta. Tehnički neiskoristivo drvo iskoristi se za ogrjev (Živko, 2012).

## **2.5. Kemijski sastav kestena**

Kesten se ubraja u skupinu jezgrastog voća uz badem, lješnjak, kikiriki, pistacio, orah i rogač. Za razliku od ostalih vrsta u ovoj skupini koje sadrže minimalnu količinu vode (3-8%), kesten ima najveći udio vode, oko 50%. U kemijskom sastavu kestena najviše su zastupljeni ugljikohidrati, a masti najmanje, zato kesten ima visoku energetska vrijednost. Kesten obiluje mono- i disaharidima kao što su glukoza, fruktoza, rafinoza, saharoza (Tošić, 1967). Od masnih komponenti prevladavaju mononezasićene masne kiseline oleinska i palmitinska koje pomažu pri snižavanju kolesterola. Također, kesten sadrži i visoki udio folne kiseline koja se uglavnom nalazi u lisnatom povrću, a važna je za sintezu DNA i normalan rad živčanog sustava. Od ostalih orašastih plodova kesten se još razlikuje po većem udjelu

škroba, kojeg u sirovom sjemenu ima oko 44 %. Kesten je bogat mineralima od kojih su najzastupljeniji natrij i kalij, a prisutni su još i fosfor, sumpor, klor, željezo, bakar, magnezij.(Borges i sur., 2008). Od vitamina prisutni su A, B, i K, te vitamin C, kojeg od svih orašastih plodova sadrži jedino kesten (Perez-Jimenez i sur ., 2010). Količina vitamina C se tijekom termičke obrade smanjuje za 40 % (Tošić, 1967). Kesten sadrži polifenolne spojeve tanine koji se nalaze u kori, drvetu, lišću i ljusci sjemena, te se ubraja u 100 namirnica koje sadrže najviše tanina (Perez-Jimenez i sur.,2010). Kesten ne sadrži gluten zato je bitan sastojak bezglutenske hrane.

Prženje izaziva promjene u kemijskom sastavu. Pečeni kesten ima veću energetsku vrijednost, količinu bjelancevina, masti, vitamina i dvostruku veću količinu ugljikohidrata od kuhanog kestena. Mineralnih sastojaka ima više u kuhanom kestenu (Kunsch i sur., 2001).

Istraživanja koja se bave kemijskim sastavom kestena daju različite rezultate. Podaci se razlikuju jer se neka istraživanja odnose na kestene, a neka na marune, a oni imaju različita morfološka i tehnička svojstva. Razlog razlika u dobivenim podacima može biti i interakcija godine berbe i vrste kestena, različiti klonovi iste vrste mogu imati različit kemijski sastav, te se rezultati razlikuju i ovisno o godini berbe. Također neka istraživanja se rade na svježem plodu, a neka nakon što se plod procesira u svrhu produljenja trajnosti. Naravno da procesiranje kao i skladištenje utječe na kemijski sastav kestena (Neri i sur., 2010).

## **2.6. Kesten u Hrvatskoj**

Pitomi kesten je do prije nekoliko godina rastao u samoniklim šumama oko Pazina, Motovuna, a danas postoje pokušaji plantažnog uzgoja kestena u Istri i Međimurju gdje je kvalitetna zemlja i idealni nagibi terena. Plantažni oblik uzgoja kestena je preporučljiv poduzetnicima jer je tako lakše kontrolirati faktore rizika: bolesti, nametnike poput kestenove ose šiškarice, kvalitetu zemlje i dr., te stvarati optimalne uvjete za prinos kestena: izbor kvalitetnih i otpornih sorti, gustoća sadnje (u početku se stabla gušće sade kako bi ranije počela davati plodove, a zatim se svako drugo stablo izvadi radi rasta), prskanje, idealna udaljenost stabala, kiselost zemljišta itd. (Anonymus 2, 2011). No u Hrvatskoj je danas kesten ipak sve manje zastupljen. Glavni uzrok je bolest, rak kestenove kore, koja je zarazila i uništila dosta stabala. Razna istraživanja su dovela do razvoja novih sorti koje su otporne na kestenov rak. To su japanske vrste koje se kod nas teško prilagođavaju na klimatske uvjete pa teško uspijevaju, teže nego domaća vrsta kestena (Anonymus 11, 2013).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1 Materijali

Uzorci kestena su prikupljeni s različitih prirodnih staništa kestena na području Bilogore. Sakupljeno je 10 uzoraka, pod oznakama 1,2,3,4,5,7,9,10,11,12, te je svakom uzorku određen udio suhe tvari, vode, pepela, sirove masti, sirovih proteina, škroba, prirodnog inverte, ukupnog inverte te saharoze.

#### 3.2. Metode rada

##### 3.2.1. Priprema uzorka

Plod kestena potrebno je očistiti tako da mu se ukloni vanjska ljuska i unutrašnja ovojnica da ostane samo jestivi dio ploda. Očišćeni plod se usitnjava pomoću nekog sredstva za usitnjavanje, ali je bitno da uzorak ne gubi vlagu ili druge sastojke. Tako pripremljen uzorak sprema se u hermetički zatvorene posude i drže se u hladnjaku (AOAC 935.52, 1995).

##### 3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari

*Princip:* udio vode određen je fizikalnom, indirektnom metodom- sušenjem. Uzorak namirnice poznate mase suši se do konstante mase u zračnoj sušnici na 101-105°C, a gubitak u masi izražava se kao udjel vode u namirnici, odnosno hlapljivih komponenata čiji se većinski dio odnosi na vodu.

*Posuđe i uređaji:* aluminijska posudica, eksikator, analitička vaga, zračna sušnica

*Postupak:* Oko 5 g uzorka odvaže se u prethodno osušene i izvagane aluminijske posudice koje tijekom vaganja moraju biti zatvorene. Uzorak se suši do konstante mase (5h) pri temperaturi 95-100°C (AOAC 925.40, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ vode} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

gdje je:  $m_1$  - masa prazne aluminijske posudice (g)

$m_2$  - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

$m_3$  - masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

% suhe tvari= 100-% vode

### 3.2.3. Određivanje udjela pepela

*Princip:* Otopina mineralnog ostatka-pepela priprema se otapanjem pepela u klorovodičnoj kiselini

*Kemikalije:* 10% HCl, destilirana voda

*Posuđe i uređaji:* porculanska zdjelica, pipeta, satno stakalce, filter papir odmjerna tikvica, plamenik

*Postupak:* odvagane se 5 g dobro homogeniziranog uzorka u porculansku zdjelicu, prethodno izarenu, ohlađenu i izvaganu. Uzorak se karbonizira na plameniku dok ne pougljeni, a zatim se stavlja u mufolnu peć na 550°C. Nakon spaljivanja zdjelice se hlade, dodaje se 5 ml HCl i zagrijavaju do vrenja. Nakon 30 min vrši se filtracija te se odmjerne tikvice napodune do oznake. Pripremljena otopina služi za kasnije određivanje pojedinačnih mineralnih tvari (AOAC 950.49, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100$$

gdje je:  $m_1$ - masa prazne porculanske zdjelice (g)

$m_2$  –masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

$m_3$ - masa porculanske zdjelice i pepela (g)

### 3.2.4. Određivanje udjela sirove masti

*Princip:* višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u Soxletovoj aparaturi

*Kemikalije:* medicinski benzin

*Posuđe i uređaji:* analitička vaga, papirnata čahura, Soxhletova aparatura, zračna sušnica, staklene kuglice, eksikator

*Postupak:* oko 5 g uzorka odvaže se u papirnatu čahuru, te se suši jedan sat na 100-105°C. Čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate i stavi u srednji dio Soxletove aparature koji se zatim spoji s hladilom i tikvicom, koja je s nekoliko staklenih kuglica prezhodno sušena pri 105°C, ohlađena i izvagana. Kroz hladilo se zatim uz pomoć lijevka lijeva toliko otapala da se ekstraktor napuni i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Zatim se doda još toliko otapala da se napuni do otprilike polovice ekstraktora. Ukupni volumen ne smije prijeći  $\frac{3}{4}$  volumena tikvice. Kroz hladilo se tada pusti jaki mlaz vode te kreće zagrijavanje na pješčanoj



kupelji. Temperatura zagrijavanja regulira se tako da kondenzirane kapljice otapala padaju tolikom brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija traje 16 sati, treba ju prekinuti u ono trenu kad se otapalo iz ekstraktora baš prelije u tikvicu, a čahura bude u ekstraktoru bez otapala. Nakon toga aparatura se rastavi, izvadi se čahura s uzorkom, uređaj se opet sastavi i otapalo se predestilira iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlije. Tikvica s ekstraktom se suši na 100-101°C, 1,5-2 sata, hladi u eksikatoru do sobne temperature i važe (AOAC 948.22, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ masti} = \frac{b-a}{m} * 100$$

gdje je: a- masa prazne tikvice (g)

m- masa uzorka (g)

b- masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

### **3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina**

*Princip:* određivanje udjela proteina Kjeltex-ovom metodom , Kjeltex sistem je poboljšana modificirana metoda po Kjeldahl-u. Princip određivanja je isti, no sama tehnika je pojednostavljena tako da se skratilo vrijeme samog procesa

*Kemikalije:* borna kiselina,  $BH_3O_3$  , HCl

*Postupak:* odvagane se oko 1 g uzorka, dodaju se Kjeldahlove tablete koje djeluju kao katalizator, te se zalije s 15 ml sulfatne kiseline (96%). Zatim slijedi mokro spaljivanje do zelenkaste boje. Tijekom spaljivanja organski dušik iz amino-amido oblika prelazi u amonij-sulfat. Slijedi destilacija u automatskom aparatu. U Erlenmayerovu tikvicu ulije se 25 ml borne kiseline, te se tikvica s kiselinom i kiveta s uzorkom postave u uređaj za destilaciju i uključi se odgovarajući program. Destilacija traje oko 8 minuta. Prije uključivanja potrebno je provjeriti nivo vode i lužine, te po potrebi dodati. Alkalizacijom s NaOH nastaju amonijak, natrij-sulfat i voda. Amonijak se destilira u bornu kiselinu u suvišku i nastaje amonijev borat koji se titrira s HCl-om dok se ne potroši, odnosno dolazi do prijelaza ljubičaste boje u početnu zelenu (AOAC 950.48, 1995).



Slika 8. Određivanje udjela proteina

### 3.2.6. Određivanje udjela škroba

*Princip:* Određivanje udjela škroba Ewersovim postupkom. Škrob pokazuje visoku optičku aktivnost, pa se može odrediti polarimetrijski

*Kemikalije:* HCl

*Posuđe i uređaji:* odmjerna tikvica, vodena kupelj, laboratorijska čaša, filter-papir, polarimetar

*Postupak:* odvagane se oko 5 g uzorka i prenese u odmjernu tikvicu od 100 ml i doda se 25 ml HCl-a. Tikvice se drže u vrućoj vodenoj kupelji 15 minuta. Odmah nakon što se tikvice izvade iz vodene kupelji dodaje se 20 ml destilirane vode i sadržaj tikvice se hladi na 20°C pod vodovodnom vodom. Odmjerne tikvice se nadopune do oznake i sadržaj se prebaci u Erlenmayerove tikvice i dodaju se Carrez 1 i Carrez 2 kako bi se istaložili otopljeni proteini. Nakon nekoliko minuta sadržaj se profiltrira kroz suhi naborani filter-papir. S bistrim filtratom napuni se polarizacijska cijev i očitava se kut zakretanja (Ewers, 1908).

*Račun:*

$$\% \text{ škroba} = \frac{100 * \alpha * 100}{[\alpha]^{20}_D * l * m}$$

gdje je:  $\alpha$ - očitani kut zakretanja

$[\alpha]^{20}_D$  – specifični krug zakretanja škroba

$l$ - dužina polarizacijske cijevi (dm)

$m$ - masa uzorka (g)

### 3.2.7. Određivanje udjela reducirajućeg šećera i udjela saharoze

*Princip:* Izravno reducirajući šećeri (glukoza i fruktoza), određuju se na osnovu reducirajućih svojstava tih monosaharida. Oni reduciraju Fehlingovu otopinu u bakrov(I) oksid koji se odvaja i određuje vaganjem. Nereducirajući disaharidi (saharoza) moraju se prvo invertirati tj. hidrolizirati na reducirajuće šećere monosaharide pomoću kiseline ili odgovarajućih enzima, a tek se onda određuju pomoću Fehlingove otopine. Tako se dobiva podatak o ukupnoj količini šećera u uzorku- ukupni invert.

*Kemikalije:* zasićena otopina neutralnog olovnog acetata, klorovodična kiselina, natrijev hidroksid, Fehling I, Fehling II

*Posuđe i pribor:* plamenik, odmjerne tikvice, pipete, filter papir, Erlenmayerove tikvice, satno staklo, porculanski filter, vodena kupelj, odsisna boca, zračna sušnica

*Postupak:* Odvagne se 10 g uzorka i prebaci u Erlenmayerovu tikvicu od 250 ml te se zalije s 125 ml 50% etanola. Zatim se na tikvice stavi mali lijevak koji sprječava isparavanje i tikvice se stave u vodenu kupelj na 85°C, 1h. Nakon toga se hlade pod mlazom vode i ostave preko noći. Onda se tikvice nadopune do oznake apsolutnim alkoholom i stave se na isparavanje do približno 15-10 ml. Tada se sadržaj tikvice prebacuje u malu Erlenmayerovu tikvicu i dodaje se 2 ml Pb-acetata i filtrira. Nakon prve filtracije dodaje se Na-karbonat i opet se filtrira (AOAC 950.51, 1950).

*Određivanje reducirajućeg šećera:* U 25 ml dobivenog filtrata dodaje se 25 ml Fehling I, 25 ml Fehling II i 25 ml vode. Tikvica s otopinom se zagrijava do vrenja i nastavlja se vrenje 2 minute. Pomoću odsisne boce i vodeni mlaz, sadržaj tikvice se filtrira kroz porculanski filter određene poroznosti. Talog se suši 30 minuta u zračnoj sušnici na 100°C, hladi u eksikatoru i važe. Rezultat je udio invertnog šećera.

*Račun:*

$$\% \text{ šećera} = \frac{a \cdot 100}{b \cdot 100}$$

gdje je: a- očitani udjel šećera iz Hammondovih tablica (mg)

b- masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata uzetom u konačni postupak (g)

Izračunavanje udjela saharoze:

$$\% \text{ saharoze} = (b-a) \cdot 0,95$$

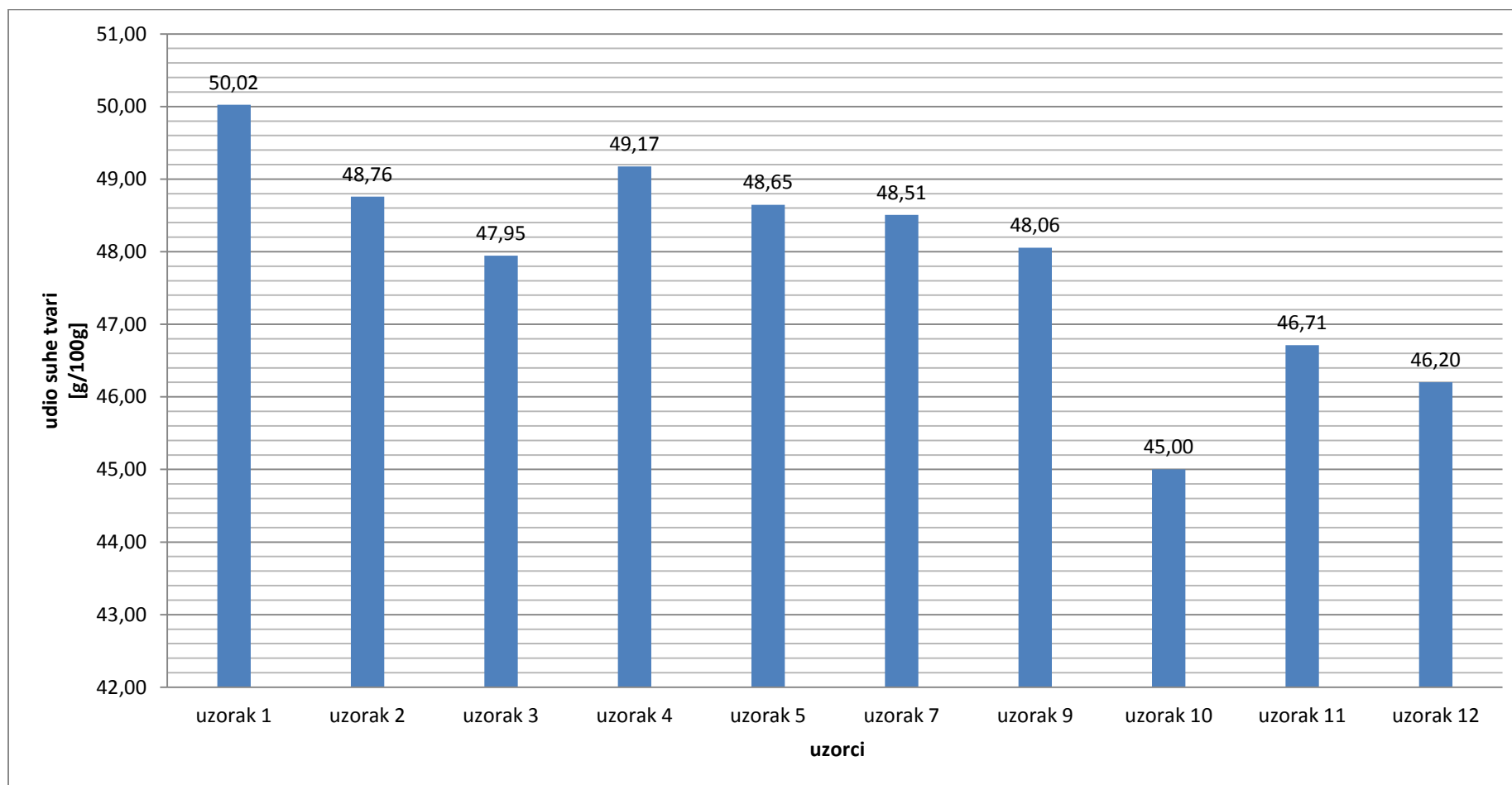
gdje je: a- udjel reducirajućih šećera prije inverzije (%)

b- udjel reducirajućih šećera nakon inverzije (%)

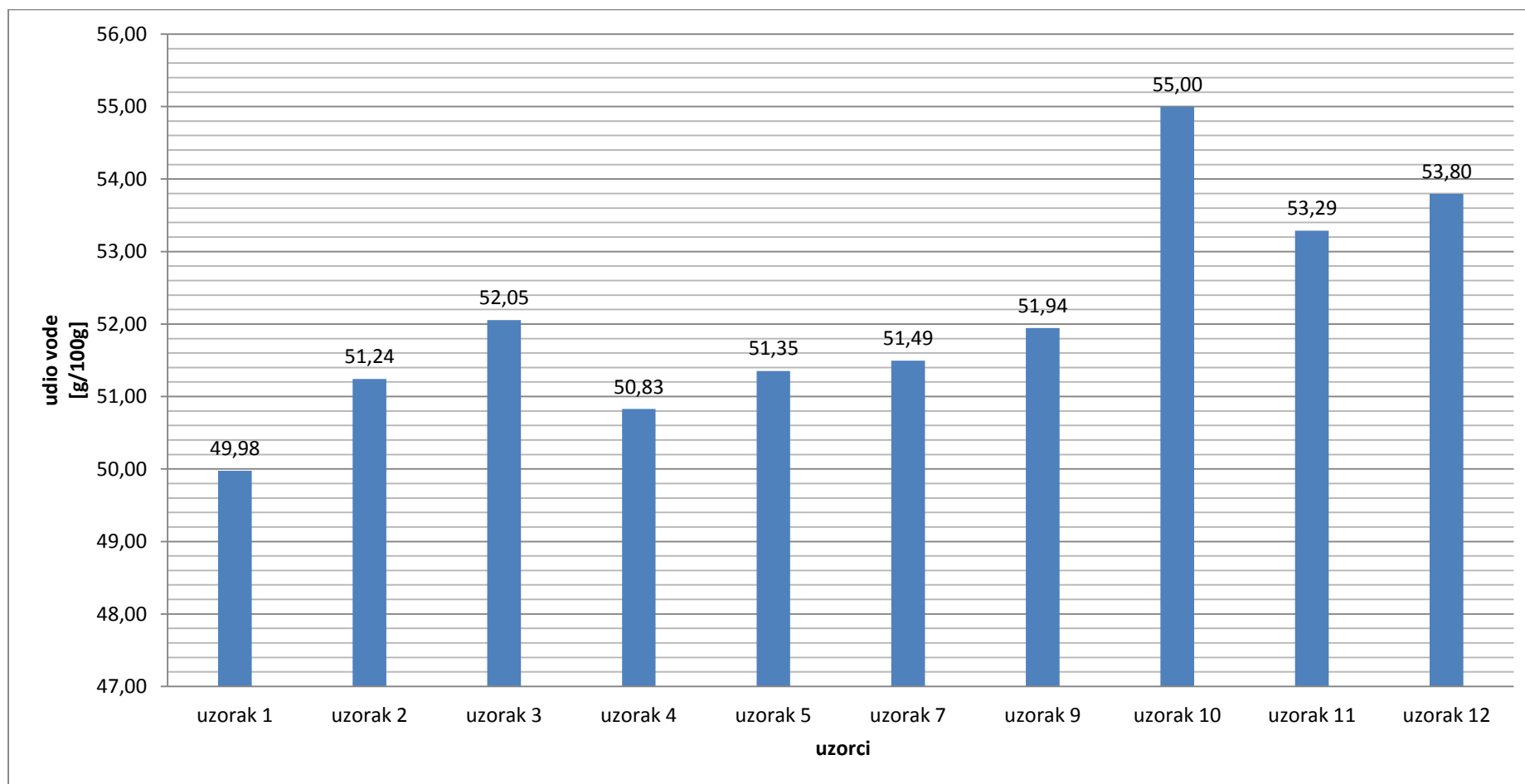
1g invertnog šećera odgovara 0,95 g saharoze

#### **4. REZULTATI**

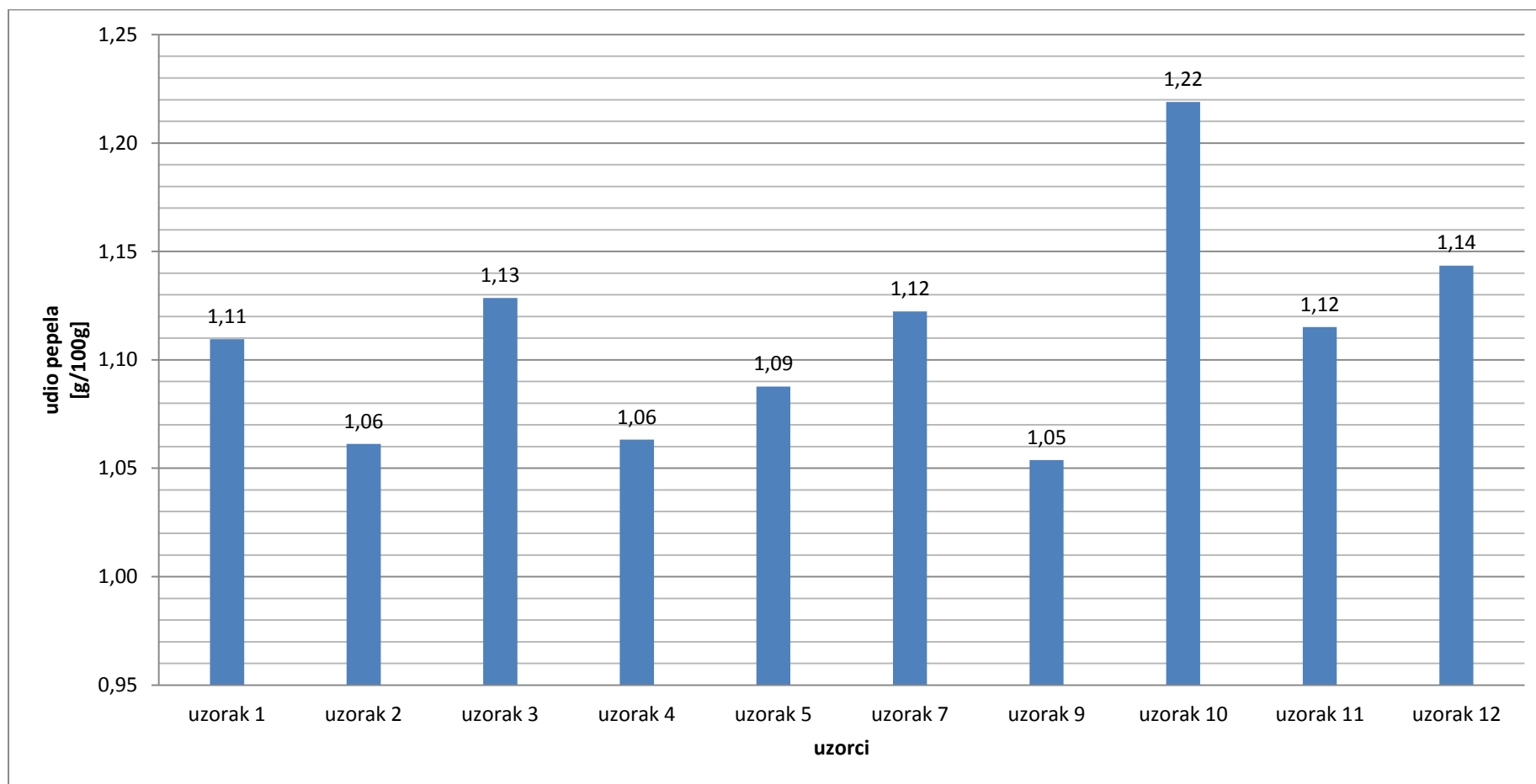
Cilj ovog rada bio je odrediti kemijski sastav kestena s različitih prirodnih staništa na području Bilogore, te usporediti rezultate pojedinih uzoraka međusobno, te s drugim istraživanjima. U slijedećem poglavlju bit će prikazani podaci o kemijskom sastavu 10 uzoraka kestena. Rezultati deskriptivne statistike prikazani su u tablici 2. Grafički je prikazana zastupljenost pojedine kemijske komponente u pojedinom uzorku.



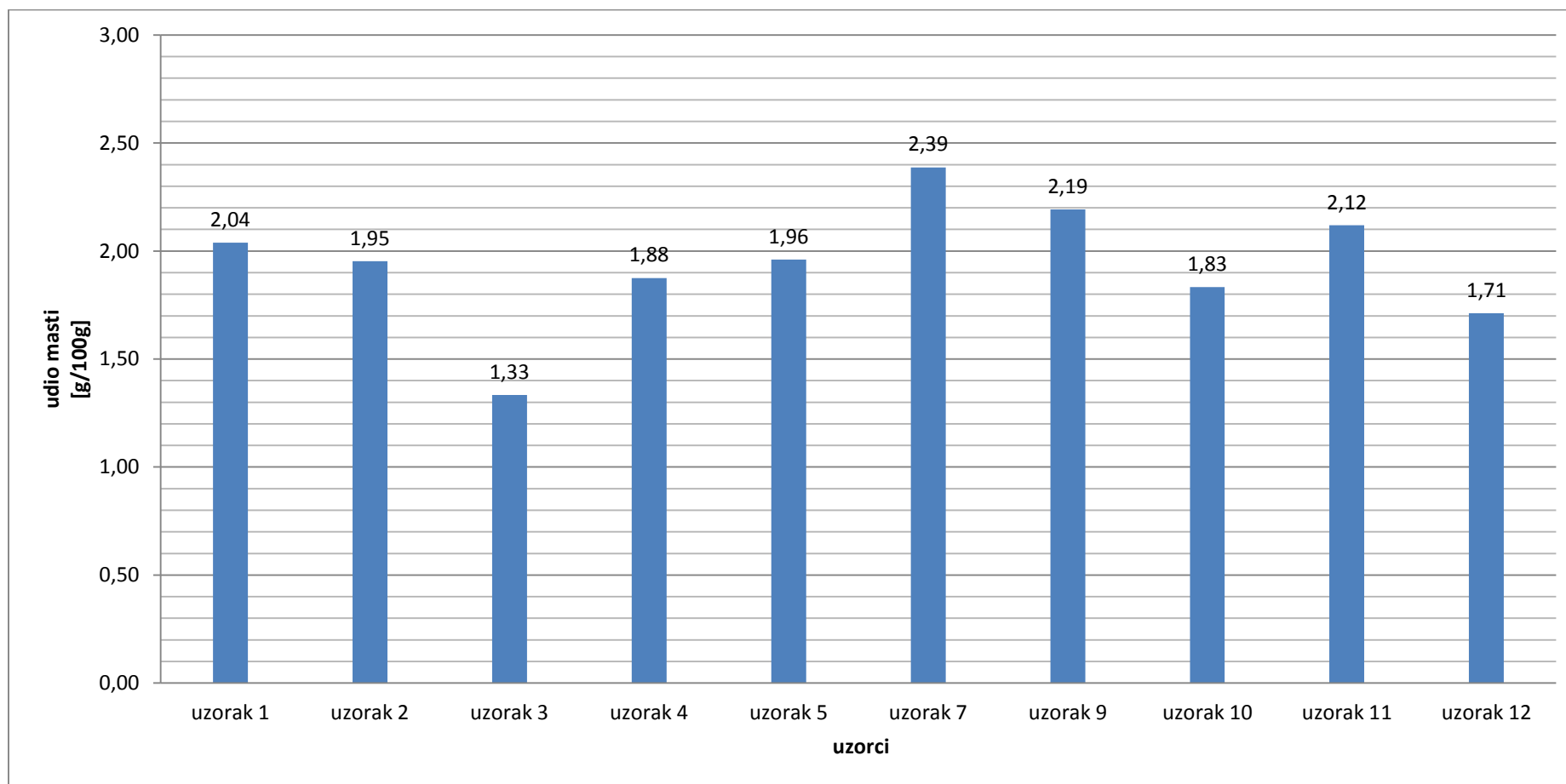
Slika 9: Udio suhe tvari (g/100g) u svim istraživanim uzorcima



Slika 10: Udio vode (g/100g) u svim istraživanim uzorcima

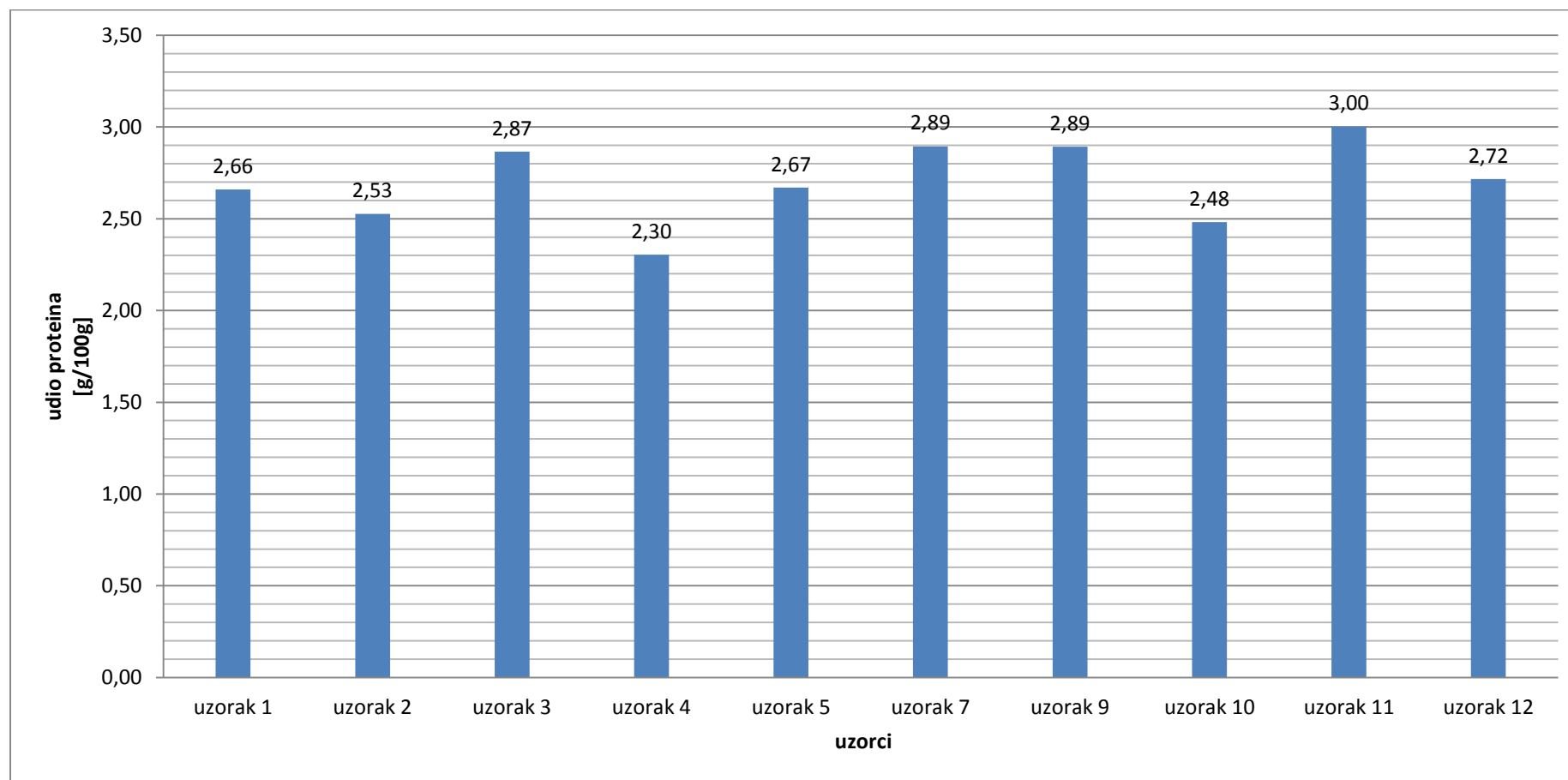


Slika 11: Udio pepela (g/100g) u svim istraživanim uzorcima

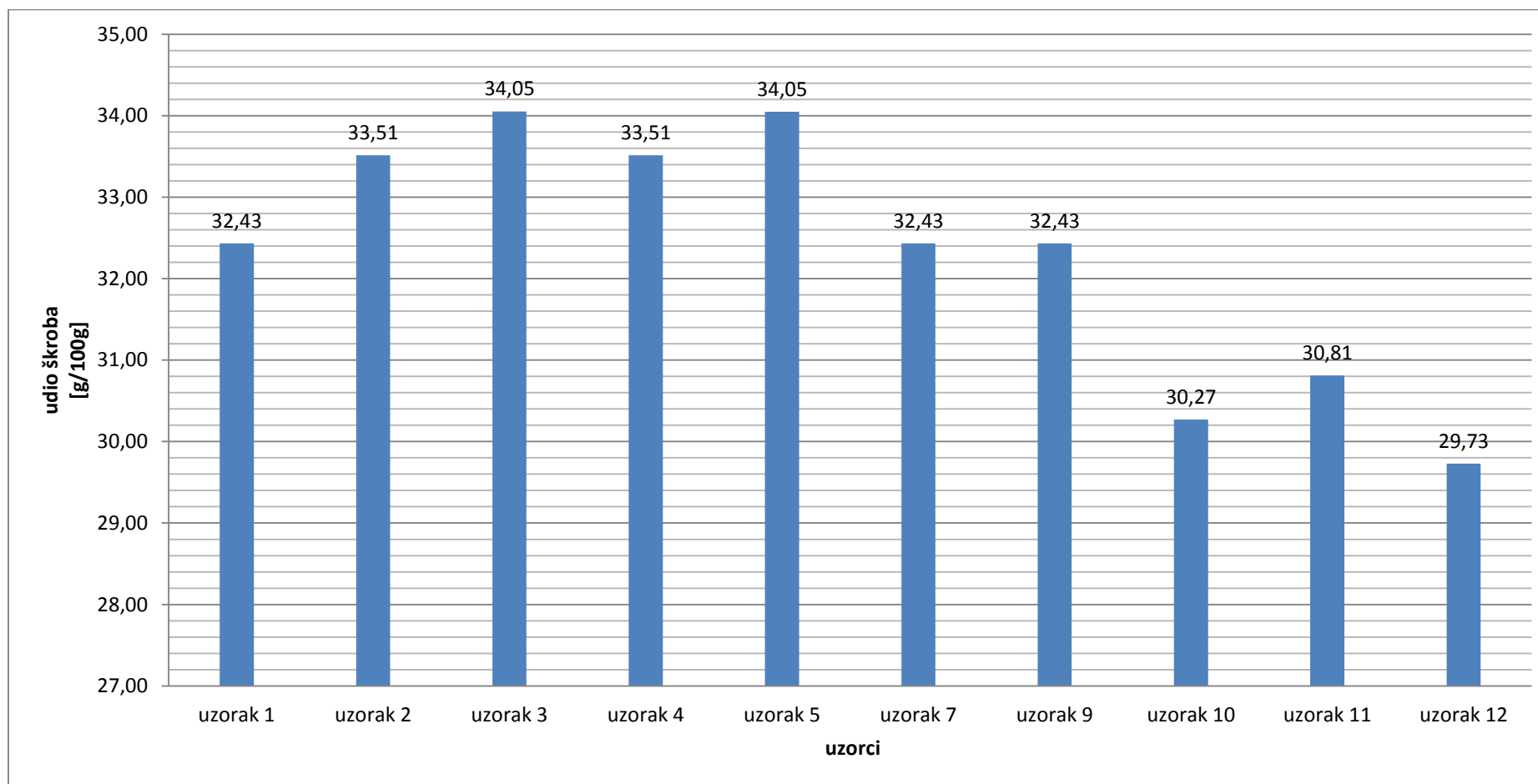


Slika 12: Udio masti (g/100g) u svim istraživanim uzorcima

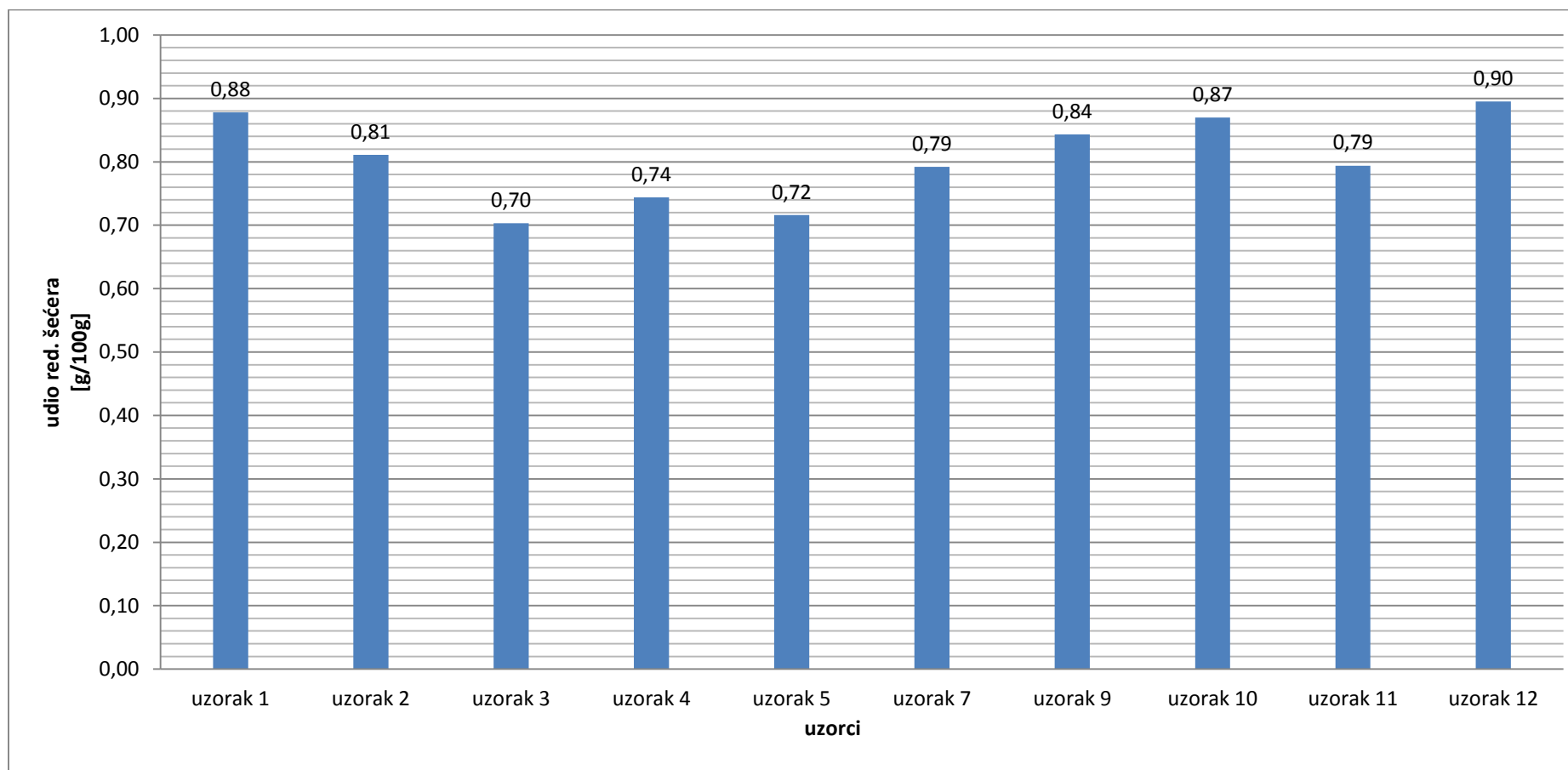




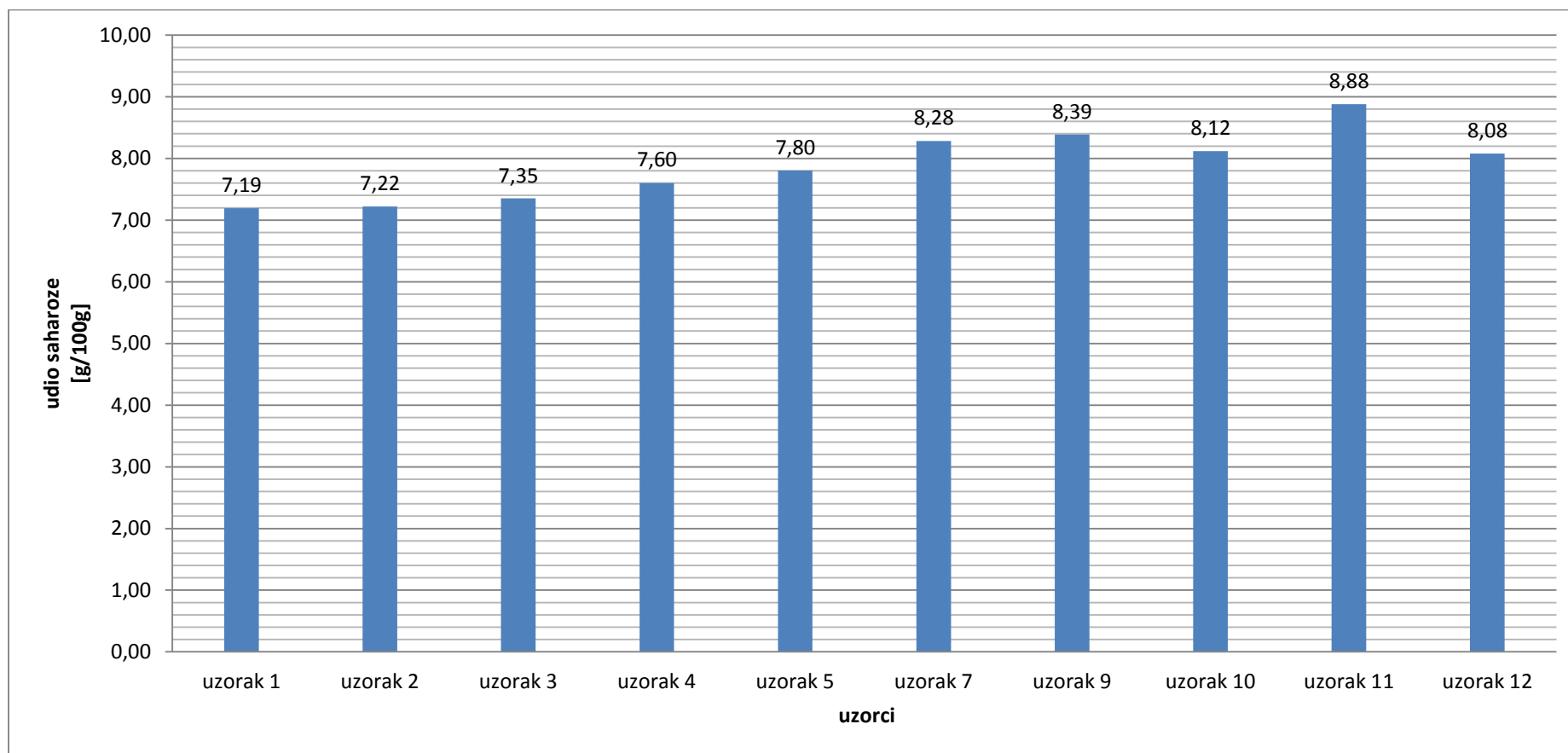
Slika 13 : Udio proteina (g/100g) u svim istraživanim uzorcima



Slika 14 : Udio škroba (g/100g) u svim istraživanim uzorcima



Slika 15: Udio reducirajućih šećera (g/100g) u svim istraživanim uzorcima



Slika 16: Udio saharoze (g/100g) u svim istraživanim uzorcima

Tablica 2: Statistička obrada rezultata istraživanja kemijskog sastava kestena s područja Bilogore

	<b>suha tvar (g/100g)</b>	<b>voda (g/100g)</b>	<b>pepeo (g/100g)</b>	<b>sirova mast (g/100g)</b>	<b>sirovi proteini (g/100g)</b>	<b>škrob (g/100g)</b>	<b>reducirajući šećer (g/100g)</b>	<b>saharoza (g/100g)</b>
<b>srednja vrijednost</b>	47,90	52,10	1,11	1,94	2,70	32,32	0,80	7,8910
<b>medijan</b>	48,58	51,42	1,11	2,18	2,78	33,24	0,76	8,04
<b>raspon</b>	45,0-50,02	49,98-55,00	1,05-1,22	1,33-2,39	2,30-3,00	29,73-34,05	0,72-0,90	7,19-8,88
<b>varijanca</b>	2,28	2,28	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,08	0,05	2,45	$4,69 \cdot 10^{-3}$	0,31
<b>standardna devijacija</b>	1,51	1,51	0,05	0,29	0,22	1,57	0,07	0,56
<b>koeficijent varijabilnosti</b>	3,15	2,90	4,51	14,95	8,15	4,86	8,75	7,10

## 5. RASPRAVA

Udio vode u ispitivanim uzorcima kretao se od 49,98 do 55,00 %, prosječna vrijednost iznosi 52,10 %. Taj rezultat najbliži je rezultatu istraživanja provedenog u Španjolskoj 2006. godine kada je prosjek udjela vode iznosio 54 % (Pereira-Lorenzo i sur, 2006). Vrlo slične rezultate pokazala su i ranija istraživanja, 1988. i 1995. godine (McCarthy i Meredith, 1988, Breisch, 1995). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 2,898.

Udio pepela kretao se od 1,05 do 1,22 g/ 100g, te srednja vrijednost iznosi 1,11 g/100g s.t. Dobivena vrijednost manja je od udjela pepela u Španjolskoj 2006. godine koji je iznosio 2,3 g/100g (Pereira-Lorenzo, 2006), ali uklapa se u raspon udjela pepela drugih istraživanja provedenih u Turskoj koji su iznosili: 1,02-3,22 g/100g (Ertürk i sur., 2006), te 0,83-4,92 g/100g (Üstün et al., 1999). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 4,505 %.

Prosječni dobiveni udio masti u ispitivanim uzorcima iznosio je 1,11 g/100g s.t, a rezultati su se kretali u rasponu od 1,33 do 2,39 g/100g s.t., što odgovara rezultatima drugih istraživanja gdje su se rezultati kretali od 0,49 do 2,01 g/100g s.t. (Ertürk i sur. 2006), te od 0,66 do 5,59 g/100g s.t.(Ferreira-Cardoso et al., 1993). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 14,95 %.

Udio proteina kretao se od 2,30 do 3,00 g/100g s.t., sa srednjom vrijednosti od 2,70 g/100g s.t. Dobiveni rezultati pokazuju znatno manje vrijednosti od drugih istraživanja gdje se udio proteina kretao od 3,43 do 13,28 g/100g s.t. (Pinnavaia et al., 1993, Ferreria-Cardoso et al., 1993). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 8,148 %.

Prosječna vrijednost udjela škroba iznosila je 32,32 g/100g s.t., dok su se rezultati kretali u rasponu od 29,73 do 34,05 g/100g s.t. Dobiveni rezultat manji je u odnosu na uzorke iz Turske (Anatolia) gdje se udio škroba kretao od 54,45 do 69,70 g/100g s.t. (Ertürk i sur., 2006), te na uzorke iz Italije gdje je udio škroba od 49,60 do 65,40 g/100g s.t. (Pinnavaia et al., 1993). Rezultat je sličan onome iz 1999. također iz Turske, gdje je prosječna vrijednost udjela škroba iznosila 29,80 g/100 g s.t. (Ertürk i sur., 2006). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 4,858 %.

Prosječna vrijednost udjela reducirajućih šećera je 0,80 g/100 g s.t., a rezultati su u rasponu od 0,72 do 0,90 g/100g s.t. Dobiveni rezultati manji su od onih iz Italije gdje se udio kretao od 0,82 do 3,56 g/100 g s.t. (Pinnavaia et al., 1993), te veći od rezultata iz Turske gdje su

rezultati u rasponu od 0,08 do 1,25 g/100g s.t. (Ertürk i sur., 2006). Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 8,75 %.

Prosječna vrijednost udjela saharoze iznosila je 7,89 g/100g s.t., a rezultati su u rasponu od 7,19 do 8,88 g/100g s.t. Rezultati iz Italije i Turske su međusobno slični s rasponima od 10,45 do 19,74 g/100g s.t. (Pinnavaia et al., 1993) te od 8,86 do 21,28 g/100 g s.t. (Ertürk i sur., 2006), dok su dobiveni rezultati manji u odnosu na druga istraživanja. Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 7,098 %.

## **6. ZAKLJUČAK**

Iz dobivenih rezultata, statističke obrade podataka, te provedene rasprave može se zaključiti:

- Udio vode kretao se od 49,98 do 55,00 %
- Udio pepela kretao se od 1,05 do 1,22 g na 100 g suhe tvari
- Udio sirove masti kretao se od 1,33 do 2,39 g na 100 g suhe tvari
- Udio proteina kretao se od 2,30 do 3,00 g na 100 g suhe tvari
- Udio škroba kretao se od 29,73 do 34,05 g na 100 g suhe tvari
- Udio reducirajućih šećera kretao se od 0,72 do 0,90 g na 100 g suhe tvari
- Udio saharoze kretao se od 7,19 do 8,88 g na 100 g suhe tvari
- U odnosu na druga istraživanja uzorci imaju podjednak udio vode, masti i pepela , a manji udio škroba, proteina, reducirajućih šećera i saharoze
- Dobiveni rezultati se međusobno znatno ne razlikuju, ali ipak postoje razlike jer nisu svi uzorci prikupljeni s istog prirodnog staništa Bilogore, s istog stabla kestena, te nisu sva stabla jednake starosti. Te razlike potvrđuju i različite vrijednosti koeficijenta varijabilnosti.

## 7. LITERATURA

Anonymus 1(2011) slika kestena,  
<https://www.agroklub.com/upload/slike/pitomi-kesten.jpg> >. pristupljeno 1. lipnja 2017.

Anonymus 2 (2011) uzgoj kestena  
<https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/kesten-9/> >. Pristupljeno 3. lipnja 2017.

Anonymus 3 (2011) berba kestena  
<https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/kesten-9/> >.\_Pristupljeno 3. lipnja 2017

Anonymus 4 (2011) bolesti i štetočine koje napadaju kesten  
<https://www.poljoprivredni-glasnik.hr/> >. Pristupljeno 3. lipnja 2017.

Anonymus 5 (2014) slika raka kore  
<http://zkahlina.ca/cro/?p=11794> >. Pristupljeno 3. Lipnja 2017.

Anonymus 6 (2004) slika europski kesten  
<http://www.forum.hr/showthread.php?t=823730> >. Pristupljeno 5. lipnja 2017.

Anonymus 7 (2006) slika američki kesten  
<http://www.rast-bs.si/CRO/katalog/vocne-sadnice/kesten/186> >. Pristupljeno 5. lipnja 2017.

Anonymus 8 (2013) slika japanski kesten  
[http://www.wikiwand.com/ast/Castanea\\_crenata](http://www.wikiwand.com/ast/Castanea_crenata) >. Pristupljeno 5. lipnja 2017.

Anonymus 9 (2010) slika kineski kesten  
[http://plants.oaklandnursery.com/12130001/Plant/1790/Chinese\\_Chestnut](http://plants.oaklandnursery.com/12130001/Plant/1790/Chinese_Chestnut) >. pristupljeno 5. lipnja 2017.

Anonymus 10 povijest kestena  
<http://www.hotelvillastra.com/> >. Pristupljeno 8. Lipnja 2017.

Anonymus 11 (2013) kesten u Hrvatskoj  
<http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/22/isplativost-uzgoja-pitomog-kestena/7899> >.  
Pristupljeno 9. lipnja 2017.

Borges O., Gonçalves B, JLS de Carvalho, Correia P, - Food Chemistry, 2008 -Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal.

Breisch, H. (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes, Paris (France))- The chestnut (1995).

Conedera M., Manetti MC, Giudici F., Amorini E.- Ecol. Mediterr, 2004- Distribution and economic potential of the Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe.



Conedera M., Krebs P. (2008) – History, Present situation and Perspective of Chestnut Cultivation in Europe.

Ertürk Ü., Mert C., Soylu A. (2006), Turska - Chemical composition of fruits of some important chestnut cultivar.

EUFORGEN (2011) European forest genetic resources programme  
<https://www.euforgen.org/> >. Pristupljeno 1. Lipnja 2017.

Ewers, E. (1908) – Über die Bestimmung des Stärke gehaltes auf polarimetrischen Wege. *Z. Öffentl. Chem.* **14**, 150-157.

Ferreria-Cardoso, J. V.; Fontainhas-Fernandes A. A. and Torres-Pereira, M.G. (1993), Nutritive value and technological characteristics of *Castanea sativa* Mill. fruits - comparative study of some Northeastern Portugal cultivars. In: International Congress on Chestnut, Spoleto, Italy.

Huntley B., Birks H.J.B. (1983)- An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe: 0-13000 Years Ago. Cambridge University Press.

Künsch U., Schärer H., Patrian B., Höhn E., Conedera M., Sassella A., Jermini M., Jelmini G. (2001)-Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa* Mill) varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**, 1106-1112

Mägdefrau K., Ehrendorfer F. (1984): Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb

Muratović, A., Kurtović, M., Jarebica, Dž. (1999). Vocabstvo. Studentska štamparija.

McCarthy, M. A. and Meredith, F.I. (1988), Nutrient data on chestnuts consumed in the United States. *Economic Botany*, **42**, 29-36.

Neri L., Dimitri G., Sacchetti G. (2010): Chemical composition and antioxidant activity of cured chestnuts from three sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) ecotypes from Italy. *Journal of Food Composition and Analysis*, **23**: 23–29.

Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrera A.M., Diaz-Hernandez M.B., Córdova-Ara M., Rios-Mesa D. (2006) - Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae*

**107**, 306-314.

Pérez-Jiménez J., Neveu V., Vos F, Scalbert A. (2010)- Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European Journal of Clinical Nutrition* **64**, 112-120.

Pinnavaia, G. G.; Pizzirani, S.; Severini, C. and Bassi, D. (1993), Chemical and functional characterization of some chestnut varieties. In: International Congress on Chestnut, Spoleto. Spoleto, Italy.

Tošić, M. (1967) Kesten. Poljoprivredna enciklopedija 1, A-Kre, Leksikografski zavod, Zagreb.

Üstün, N.; Tosun Y. and Serdar, Ü. (1999), Technological properties of chestnut varieties grown in Erfelek district of Sinop city. *Acta Horticulturae*, **494**, 107-110.

Živko M. (2011) – Kemijski sastav kestena iz nekoliko prirodnih staništa u Hrvatskoj i zemljama okruženja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.



## Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Andrea Pozgaj

ime i prezime studenta